Orugas numéricas:
Material didáctico para alumnos con discapacidad visual.

⠠⠕⠗⠥⠛⠁⠎ ⠝⠥⠍⠑⠗⠊⠉⠁⠎⠒ ⠠⠍⠁⠞⠑⠗⠊⠁⠇ ⠙⠊⠙⠁́⠉⠞⠊⠉⠕ ⠏⠁⠗⠁ ⠁⠇⠥⠍⠝⠕⠎ ⠉⠕⠝ ⠙⠊⠎⠉⠁⠏⠁⠉⠊⠙⠁⠙ ⠧⠊⠎⠥⠁⠇

Resumen. Este texto presenta un material didáctico táctil para alumnos con discapacidad visual, centrado en el concepto de "orugas numéricas" modulares para trabajar sumas de potencias (especialmente desde $p \geq 4$ y las secuencias $C(n, k)$, $S(n,k)$ y $N(n, k)$). Incluye estrategias como tablas auxiliares con numerales mayas, el uso del ábaco Cranmer y la regleta Braille, y propone identificar secuencias mediante criterios basados en términos numéricos y números triangulares, todo ello enmarcado en un homenaje al Dr. Ignacio S. Niebla por su labor en pedagogía táctil.

El Instituto Psintar e Yasser A. Chavez
Reconocen la trayectoria del Dr. Ignacio S. Niebla:
El mago de la pedagogía táctil.

Por el humanismo que ha demostrado a lo largo
de los años como profesor, desarrollando material
didáctico para los alumnos con discapacidad visual,
en forma de agradecimiento le dedicamos este texto y un
homenaje en forma de personaje en el mundo de los números:
'El mago de las orugas'.

El mago de las orugas:

Michell, que se había quedado dormida en la pradera, tan pronto como abrió los ojos pudo ver a Boole manipulando hilos de lianas sentado a su lado.

—No te quería molestar —dijo Boole guardando las lianas—. Como te prometí, hoy conocerás al mago de las orugas, que puede multiplicar números grandes como por arte de magia.

Como pudo, Michell se levantó con una sonrisa recordando el festival de ayer.

—¿Qué tan lejos está?

—A mucha distancia, pero conozco un atajo. Sígueme.

Los dos corrieron por la pradera hasta llegar a las orillas del Río-Arquímedes, que estaba decorado por cientos de molinos en los laterales.

—Hemos llegado. Esta barca es nuestro atajo —dijo Boole mientras jalaba la barca—. Aquí tienes —añadió dándole un remo a Michell.

—No sé, creo que vamos más rápido corriendo que remando.

—Eso es porque no nos hemos esforzado lo suficiente remando.

Así pues, los dos exploradores siguieron remando y deleitándose con alguna canasta de frutas que lograban jalar con el remo. No tardaron en llegar al jardín del carnaval numérico.

—Mira, ese es el mago —dijo Boole señalando a un hombre que vestía un sombrero de copa alta con una oruga sobre él—. ¿Algún día piensa revelar el truco de sus orugas? —se dijo para sí mismo.

Michell se sorprendió del tamaño de las orugas y no dudó en pensar: «Si de ese tamaño son, ¿cómo serán cuando sean mariposas?»

—Hola, mago —dijo Boole—. Mi amiga no te conoce y quiere ver el show de tus orugas.

—Hola, pequeño Boole —dijo el mago, quitándose el sombrero—. Veo que no vienes solo. Espero que esta vez no intentes robar alguna de mis orugas para tus investigaciones.

—No.

—Bueno, iniciemos con el show.

1 El mundo de los números no se mira, se habita

Este trabajo intenta traducir el texto *El mundo de los números: una propuesta pedagógica* [1] para alumnos con un alto porcentaje de discapacidad visual. No se busca una reducción de la complejidad de los contenidos, sino una reinterpretación del problema que les permita explotar su campo operativo, apoyándose más en el tacto, siguiendo las pautas que el Dr. Ignacio S. N. presenta en [2].

1.1 $p \geq 4$

Recordemos que, cuando hablemos de sumas de potencias, nos referimos al enfoque basado en secuencias combinatorias, donde se busca expresar las sumas de potencias como una combinación lineal de las secuencias $C(n, k)$, $S(n, k)$ y $N(n, k)$.

No debería presentar reto alguno para los alumnos con discapacidad visual resolver las sumatorias: Σk, Σk^2 y Σk^3. El lector puede apoyarse en el primer texto [1].

¿Por qué iniciar desde $p \geq 4$? Porque desde $p = 4$ se introduce el Método Directo, nuevas secuencias como $N(n, k)$ y, lo más importante, ya no se puede usar la estrategia de los bloques. Por lo tanto, emerge la siguiente pregunta: ¿cuál es el análogo de los bloques para potencias altas?

Responder a esa pregunta demanda múltiples saberes, que iremos analizando en secciones posteriores.

1.2 La oruga modular

En nuestro enfoque, podemos tener secuencias que inician con uno o más ceros, por lo que nuestro material didáctico principal —La oruga numérica— debe ser modular, al menos en la cola de la oruga, donde se puedan añadir partes que representen ceros, como vemos en Imagen 1.

Imagen 1

Una vez solucionado el problema de los ceros, lo siguiente es la multiplicación por los números naturales. Para que el alumno no se desoriente al relacionar los números de la oruga con los naturales,

las patas de la oruga se adhieren a un palo que tiene inscritos los números naturales en los laterales, como se puede ver en la Imagen 2.

Imagen 2

Se recomienda usar limpiapipas (véase la Imagen 3) para las patas de la oruga, con el fin de que sea más fácil para el alumno relacionar los números y la forma en que se adhieren las patas al palo, ya sea mediante un clavo, alambres o cualquier otro elemento que resulte más conveniente.

Imagen 3

Más allá de cómo se represente la oruga, le damos total libertad al lector en su creación. Lo importante es que la oruga sea modular, tanto en el cuerpo como en las patas.

1.3 Familias de orugas

Para facilitar la identificación de las tres secuencias $C(n, k)$, $S(n, k)$ y $N(n, k)$, se puede decorar la cabeza de la oruga, ya sea usando figuras geométricas o texturas. Igualmente, se deja a consideración del lector.

1.4 Tablas auxiliares

Una vez que el alumno obtiene la secuencia final después de usar el Método Directo, surge la siguiente pregunta: ¿qué secuencia es? Por ejemplo, un alumno vidente solo necesita ver las tablas para

identificarla, pero para un alumno con discapacidad visual esto se traduce en recorrer tres términos de cada secuencia, lo que le tomaría más tiempo saber de qué secuencia se trata. Por lo tanto, necesita una herramienta para aplicar directamente a la secuencia y, bajo ciertos criterios, saber de qué secuencia se trata.

Estructura de las secuencias

	$C(n, k)$	$S(n, k)$	$N(n, k)$
Termino 1	1	1	1
Termino 2	α	β	$C(\gamma+1, 2)$
Termino 3	$C(\alpha+1, 2)$	$C(\beta+1, 2) - 1$	$S(\gamma+3, 4)$

Las variables (α, β, γ) son números naturales y podemos relacionarlas con k. Por ejemplo: $\alpha - 1 = k$, $\beta - 2 = k$, $\gamma = k$. De esta manera, se puede saber de qué secuencia se trata sin depender de tablas. Sin embargo, en los números de Narayana, el segundo término es un número triangular, por lo que necesitamos la función inversa para obtener γ.

Tabla auxiliar

$C(\gamma+1, 2)$	γ
1	1
3	2
6	3
10	4

Ejemplo:

1) El alumno sabe que tiene la secuencia $(0, 1, 10, 50, 175, ...)$ y la trunca a $(1, 10, 50, 175, ...)$, pues el cero es irrelevante para identificar la secuencia. Sabe que el segundo término es 10 y el tercer término es 50.

2) Recorre su tabla auxiliar en busca del décimo número triangular, que es 55. Por lo tanto, la secuencia no puede ser $C(n, k)$ ni $S(n, k)$, así que se trata de un número de Narayana.

3) ¿Pero de qué número de Narayana se trata en concreto? Sabe que $\gamma = k$, por lo que vuelve a usar su tabla auxiliar para obtener $\gamma = 4$. Concluye, entonces, que se trata de $N(n+2, 4)$ (teniendo en cuenta que la secuencia iniciaba con un cero).

1.5 Sugerencias

Operar con la oruga y las tablas auxiliares demanda un conocimiento previo de las secuencias $C(n, k)$, $S(n, k)$ y $N(n, k)$, además de entender cómo se generan. Por ejemplo, las primeras dos no son más que las sumas anidadas de las secuencias $(1,1,1,...,1)$ y $(1,2,2,...,2)$. En el caso de los números de Narayana, provienen del producto $C(n-1, k)\cdot C(n, k)$ dividido entre $(k+1)$.

Se recomienda construir las secuencias C(n, k) y S(n, k) como se suele construir el triángulo de Pascal, y también dejar que el alumno descubra nuevas secuencias usando los problemas lúdicos del primer texto [1], ya sea con bloques o con el propio ábaco Cranmer, para dividir y descubrir la secuencia.

También recomendamos, en las tablas auxiliares, usar los numerales mayas, donde el cinco se representa con una barrita (que puede ser un trozo de hilo) y el uno con un punto (que puede ser círculos de fomi o cualquier otro material que resulte más conveniente). De esta manera, se logra una identificación más rápida de los números. Tener un espacio para las decenas y otro para las unidades es más que suficiente para los números triangulares. En general, contar con tres espacios (si se decide agregar las centenas) es más que suficiente para cualquier secuencia, pues no necesitamos todas las secuencias que se ven en las tablas.

1.6 Ábaco Cranmer

Si bien en los problemas lúdicos comentamos que podemos usar bloques y preparar un escenario para que el alumno solo tenga que sumar bloques o restar bloques para después separarlos en 2, 3, 5 o 7 partes y concluir con la identificación de la secuencia, es indispensable el uso del ábaco Cranmer y el uso de la regleta Braille para transicionar de forma suave a lo abstracto del Método Directo.

Agradecimientos. Este texto no podría haber sido escrito sin la ayuda de mi abuela María Esther.

Referencias

[1] Chavez, Yasser A. (2025). The World of Numbers: A Pedagogical Proposal. figshare. Dataset. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.29886221.v2

[2] Santiesteban Niebla, I. (2024). Estrategias de intervención en discapacidad visual: Un enfoque hacia la autonomía cognitiva. Editorial El mago de la pedagogía Táctil. Sinaloa, México.

Palabras clave: Pedagogía táctil, Discapacidad visual, Secuencias combinatorias, Aritmética, Ábaco Cranmer.

Contacto: math.yasserarath@gmail.com